

201-Thallium Chloride と 99m-Tc Pertechnetate の動態解析による甲状腺結節の鑑別診断に 関する研究

吉川 啓一

現在、甲状腺の腫瘍性病変探知の目的で201-Tl Cl および 99m-Tc を用いた甲状腺イメージングがそれぞれ単独にあるいは両者を併用して行われているが、その良・悪性の鑑別は尚困難である。その解決のために組織型の明らかな甲状腺結節を有する59例について、集積機序の異なる両放射性医薬品の集積動態を時間・放射能曲線を用いて検討した。201-Tl Cl に関して乳頭癌では正常甲状腺組織、濾胞腺腫および腺腫様結節のそれに比べ集積が低値で、クリアランスが遅延することが認められた。一方、99m-Tc に関しては結節の組織型の如何にかかわらず初期集積と蓄積率に差は認められなかった。(平成4年2月28日採用)

Dynamic Study of 201-Thallium Chloride and 99m-Tc Pertechnetate in Patients with Thyroid Nodules : A New Aspect for Differential Diagnosis

Keiichi Yoshikawa

As scanning agents for thyroid tumors, 201-TlCl and 99m-Tc are now most extensively used individually or simultaneously, although the differentiation of malignant nodules from benign ones is still difficult. In an attempt to solve this problem, a dynamic study with time activity curves of both radionuclides, which shows their different accumulation mechanisms was carried out. Fifty-nine patients in whom 99m-Tc showed a solitary area with reduced uptake were studied. The histology of the nodule was confirmed in all the patients postoperatively. 201-TlCl accumulation in papillary carcinomas was lower than that in normal thyroid tissue, follicular adenomas or adenomatous nodules, and there was less clearance of 201-TlCl from the papillary carcinomas. However, there were no significant differences in the initial accumulation and accumulation rate regardless of the histology of the nodule. (Accepted on February 28, 1992) *Kawasaki Igakkaishi* 18(2) : 71-79, 1992

Key Words ① Time activity curve ② 99m-Tc pertechnetate
③ 201-Thallium chloride ④ Differential diagnosis
⑤ Thyroid imaging

はじめに

99m-Tc-Technetium pertechnetate (99m-Tc) は、従来から使用されている 131-I sodium や 123-I sodium などの放射性ヨードと同様に、甲状腺結節に対するシンチグラフィ用製剤として近年広く用いられている。しかし、99m-Tc によるシンチグラフィでは、結節の良性、悪性にかかわらず、機能性結節を除き結節部は欠損像として描出されることが多い。一方、心筋シンチグラフィ用製剤として開発された 201-Thallium chloride (201-Tl Cl) は腫瘍親和性があることが明らかにされ、^{1)~4)} 甲状腺のイメージングにも応用されるに至った。^{5)~8)} 201-Tl Cl が良性腫瘍と悪性腫瘍でその集積に差があるならば、結節の良性、悪性の鑑別に関して放射性ヨードや 99m-Tc よりも有用ではないかと考えられ、多くの研究がなされてきた。^{9)~14)} しかし、現在に至っても甲状腺結節の良・悪性の鑑別に関して核医学的手法のみでは限界がある。

また、99m-Tc と 201-Tl Cl の集積機序の差異を利用して、両者を用いた subtraction scintigraphy を行い、結節の良・悪性の鑑別が試みられているが、¹⁵⁾ 視覚的な画像解析のみでは必ずしも良好な成績は得られていない。そこで核医学的手法による甲状腺結節の良・悪性の鑑別診断能の向上を目的に、これらの集積機序の異なる2つの放射性医薬品の集積動態を定量化し、従来報告されている検査法に比してより客観的で効率のよい検査法の開発を試みたので報告する。

対象ならびに方法

1. 対象

1990年4月から1991年10月までに川崎医科大学外科甲状腺部門で甲状腺腫瘍に対して手術が施行された症例のうち、片葉に局限した単発充実性の腫瘍で、腫瘍径が1cm以上であった59例を対象とした。すべての結節は、99m-Tc によるシンチグラム上欠損像として描画されたもので、

99m-Tc が集積した機能性結節などの症例は対象から除外した。

対象の年齢は16~77歳 (49.9 ± 14.3 歳) (Mean \pm S. D.) で、女性53例と男性6例であった。組織診断は乳頭癌25例、濾胞腺腫10例および腺腫様結節24例であった。対象症例の腫瘍の直径は、乳頭癌 2.4 ± 1.0 cm、濾胞腺腫 3.0 ± 1.7 cm、腺腫様結節 3.4 ± 1.2 cm であった。なお、甲状腺結節の組織学的分類はすべて甲状腺癌取り扱い規約に準拠した。¹⁶⁾

2. 方法

1) 時間・放射能曲線の作成

201-Tl Cl 74MBq を肘静脈から静注し、直後から低エネルギー高分解能型パラレルコリメータ (LEHR) を装着したガンマカメラ (GAMMA VIEW-T, 日立) を用いて 64×64 マトリックスで頸部を撮影した。その際、ガンマカメラとオンラインで接続した核医学データ処理装置 (HARP RP-200, 日立) を用いて、30秒/フレームで16フレームのデータを収集した。その後、99m-Tc 370MBq を肘静脈から静注し、同様の方法で16フレームのデータを収集した。甲状腺結節の触診所見と超音波検査の所見を参考にして、結節部および対側の正常甲状腺部に関心領域 (region of interest, ROI) を設定し、それぞれの ROI におけるカウント数を求めるとともに、1ピクセル当りのカウント数を算出した。得られたデータより、それぞれの ROI における時間・放射能曲線を作成した。なお、1ピクセルの大きさは $6.1\text{mm} \times 6.1\text{mm}$ の正方形とした。

2) 時間・放射能曲線の評価

正常甲状腺部および結節部における 201-Tl Cl の時間・放射能曲線は以下の如くであった。すなわち、201-Tl Cl の静注後早期には、両部位のカウント数は急速に上昇してピークに達し、その後急速に低下した後、緩やかな低下を示した (Fig. 1)。ピーク後のカウント数 (y) の変化は指数関数的な低下を示し、 $y = Ce^{-\lambda t}$ (t : 静注後の時間 (sec)) に近似した。ここで、C は近似式における $t=0$ の時に外挿された Y 軸の値で、カウント数で、ROI における最大集積を表し、 λ

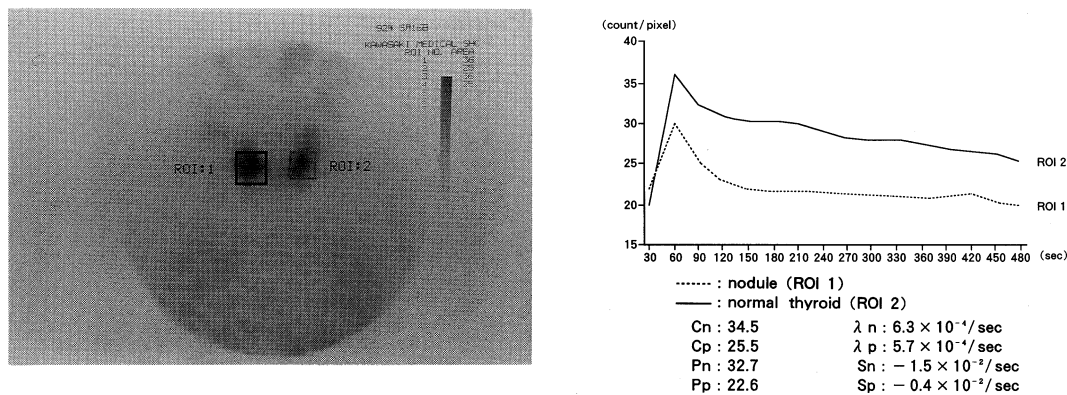


Fig. 1. Left : Thyroid scintigram with 201-Tl Cl in 63 y. o. man with papillary carcinoma.
ROI 1 was set in a lesion of papillary carcinoma.
ROI 2 was set in a region of a normal thyroid.
Right : Time activity curves of 201-Tl Cl in ROIs.

はROIにおけるカウント数の減少率を表す。そこで、各対象例の結節部におけるCと λ (C_p および λ_p)ならびに正常甲状腺部のそれら (C_n および λ_n) を算出し解析した。

また、ピーク後の201-Tl Clの時間・放射能曲線は、カウント数が急速に低下する急速相と、その後緩やかに低下する緩徐相の2つのcomponentから構成されていた。このうち緩徐相における曲線の勾配 (S) および $t=0$ の時に外挿されたY軸のカウント数 (P) を求め、結節部における S と P (S_p および P_p) ならびに正常甲状腺部におけるそれら (S_n および P_n) を用いて解析した。なお、 S および P は一次回帰式を用いて算出した。

正常甲状腺部における 99m-Tc の時間・放射能曲線では、カウントは 99m-Tc 静注後早期に急速に上昇し (急速相)、その後徐々に上昇した (緩徐相)。これに対して、結節部では正常部と同様の急速相は一定の傾向が得られなかった。そこで、緩徐相における曲線の勾配を一次回帰式を用いて算出し、勾配 S と $t=0$ の時に外挿されたY軸のカウント数 P を求めて解析を行った。なお、統計学的検定は、Student's t test を用いて行った。

成

績

1. 症例呈示

症例を呈示することにより本研究の方法、結果を具体的に述べる。

症例：63歳，男性。甲状腺右葉下極に 3 cm 大の腫瘍が触知された。切除標本の組織学的診断は乳頭癌であった。Figure 1に、術後に行われた201-Tl Clシンチグラムと設定したROIおよび時間・放射能曲線を示す。正常部、腫瘍部とともに201-Tl Cl静注後早期にカウント数は急速に上昇し、60秒でピークに達した。その後急速に低下し、150秒から480秒までは比較的に緩やかな下降がみられた。ピークに達してからの曲線は、正常部において $y = 34.5 e^{-0.00063t}$ に、結節部において $y = 25.5 e^{-0.00057t}$ に近似した。なお、 C_n 、 λ_n 、 C_p と λ_p はそれぞれ34.5、 $6.3 \times 10^{-4} / \text{sec}$ 、25.5と $5.7 \times 10^{-4} / \text{sec}$ であった。緩徐相の P_n と P_p はそれぞれ32.7と22.6で150秒から480秒までの緩徐相の勾配 S_n と S_p はそれぞれ $-1.5 \times 10^{-2} / \text{sec}$ と $-0.4 \times 10^{-2} / \text{sec}$ であった。Figure 2に同症例の99m-Tcシンチグラムと設定したROIおよびその時間・放射能曲線を示す。正常部においては、静注後急速にカウント数は上昇し、その後480秒まで緩徐な上昇を示した。一方、結節部では、急速相に続く緩徐相ではカウント数は経時的に緩やかな低下を示した。なお、緩徐相における P_n 、 P_p 、 S_n と S_p はそれぞれ110.0、82.2、 $16.8 \times 10^{-2} / \text{sec}$ と $-2.2 \times$

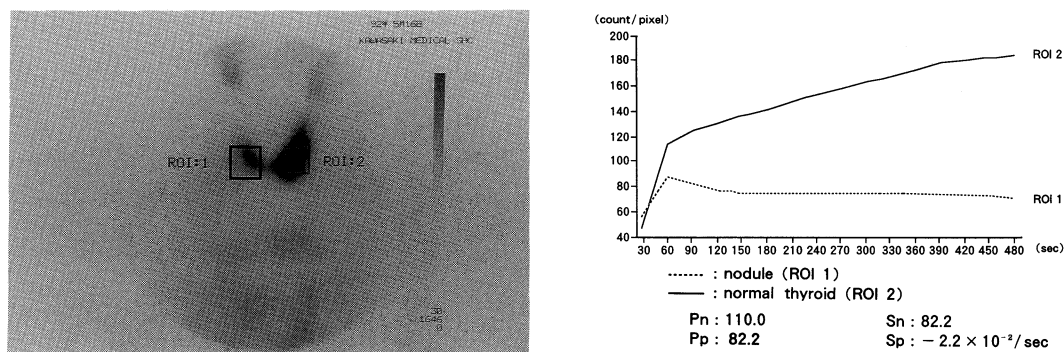


Fig. 2. Left : Thyroid scintigram with 99m-Tc in same patient as shown in Fig. 1.

ROI 1 was set in a lesion of papillary carcinoma.

ROI 2 was set in a region of a normal thyroid.

Right : Time activity curves of 99m-Tc in ROIs.

Table 1. Parameters of maximum accumulation ($t=0$) and clearance rate in normal (Cn, λn) and nodule (Cp, λp) obtained from both rapid and slow phases of 201-Tl Cl.

Histological classification	No. of patients	Cn	Cp	λn ($\times 10^{-4}/\text{sec}$)	λp ($\times 10^{-4}/\text{sec}$)
Papillary carcinoma	25	49.3 \pm 19.8	42.5 \pm 17.3	3.35 \pm 2.19	2.87 \pm 2.95
Follicular adenoma	10	41.9 \pm 8.30	65.9 \pm 24.4	2.66 \pm 1.20	2.48 \pm 1.34
Adenomatous nodule	24	44.4 \pm 13.7	56.3 \pm 24.8	4.01 \pm 2.78	2.98 \pm 2.56

*, Δ : $P < 0.05$ **, $\Delta\Delta$: $P < 0.01$

$10^{-2}/\text{sec}$ であった。

2. 201-Tl Clの時間・放射能曲線の解析

1) C値および λ 値の解析

正常甲状腺部におけるC値(Cn)に関しては、乳頭癌症例、濾胞腺腫症例および腺腫様結節症例ではそれぞれ49.3 \pm 19.8, 41.9 \pm 8.30と44.4 \pm 13.7であり、疾患群間による差はみられなかった。一方、結節部におけるC値(Cp)の平均は、それぞれ42.5 \pm 17.3, 65.9 \pm 24.4と56.3 \pm 24.8であり、乳頭癌のCp値は濾胞腺腫や腺腫様結節のそれに比べて有意(それぞれ $P < 0.01$ と $P < 0.05$)に低値であった。また、乳頭癌症例ではCpはCnに比して有意($P < 0.01$)に低値であったが、濾胞腺腫、腺腫様結節症例では逆にCpはCnに比して有意($P < 0.01$, $P < 0.05$)に高値であった(Table 1)。

正常甲状腺部における λ 値(λn)に関しては、

乳頭癌症例、濾胞腺腫症例および腺腫様結節症例では、それぞれ3.35 \pm 2.19 ($\times 10^{-4}/\text{sec}$), 2.66 \pm 1.20, 4.01 \pm 2.78であり、疾患群間には有意な差はみられなかった。結節部における λ 値(λp)に関しては、それぞれ2.87 \pm 2.95, 2.48 \pm 1.34と2.98 \pm 2.56であり、同様に疾患群間には有意な差を認めなかった。また、各疾患群において、 λn と λp の間にも有意差は認められなかった(Table 1)。

2) P値およびS値の解析

正常甲状腺部におけるP値(Pn)に関しては、乳頭癌症例、濾胞腺腫症例および腺腫様結節症例ではそれぞれ, 50.2 \pm 20.3, 42.3 \pm 8.40と44.2 \pm 14.1であり、疾患群間には有意な差はみられなかった。一方、結節部におけるP値(Pp)は、それぞれ41.3 \pm 11.3, 66.5 \pm 25.0と57.3 \pm 25.1であり、乳頭癌のPp値は濾胞腺腫や腺腫様

結節のそれに比べて有意（それぞれ $P < 0.01$ と $P < 0.05$ ）に低値であった（Fig. 3）。また、乳頭癌症例では Pp 値は Pn 値に比して有意（ $P < 0.01$ ）に低値であったが、濾胞腺腫および腺腫様結節症例では逆に Pp 値は Pn 値に比して有意（ともに $P < 0.01$ ）に高値であった（Fig. 3）。

正常甲状腺部における S 値 (Sn) に関しては、乳頭癌症例、濾胞腺腫症例および腺腫様結節症例では、それぞれ -1.78 ± 1.09 ($\times 10^{-2}/\text{sec}$)、 -1.15 ± 0.61 と 1.50 ± 0.81 であり、疾患群間には有意な差はみられなかった。一方、結節部における S 値 (Sp) は、それぞれ -0.65 ± 0.60 、 -1.65 ± 0.83 と -1.89 ± 1.51 であり、乳頭癌の Sp 値は濾胞腺腫、腺腫様結節のそれに比べて有意（ともに $P < 0.01$ ）に高値であった（Fig. 4）。また、乳頭癌症例では Sp 値は Sn 値に比して有意（ $P < 0.01$ ）に高値であったが、濾胞腺腫および腺腫様結節症例においては Sp 値と Sn 値の間に有意差は認められなかった。

3. 99m-Tc の時間・放射能曲線の解析

結節部における 99m-Tc の時間・放射能曲線の緩徐相に関しては、徐々に上昇を示したものが29例、ほぼ一定値を保ったものが9例、徐々に低下したものが21例と、一定の傾向が得られなかった。また、これらの緩徐相のパターンと組織型との間にも有意な関係が認められなかった。

正常甲状腺部における P 値 (Pn) に関しては、乳頭癌症例、濾胞腺腫症例および腺腫様結節症例では、それぞれ 110.4 ± 43.4 、 94.9 ± 48.2 と 85.2 ± 44.2 であり、乳頭癌症例の Pn 値は腺腫様結節のそれに比して有意（ $P < 0.05$ ）に高値であった（Fig. 5）。一方、結節部における P 値 (Pp) は、それぞれ 90.6 ± 40.4 、 92.5 ± 45.8 と 86.2 ± 49.8 であり、疾患群間には有意な差はみられなかった（Fig. 5）。

正常甲状腺部における S 値 (Sn) の平均は、乳頭癌症例、濾胞腺腫症例、腺腫様結節症例において 15.0 ± 14.4 ($\times 10^{-2}/\text{sec}$)、 10.9 ± 14.0 、 7.40 ± 7.30 で、乳頭癌症例の Sn 値は、腺腫様結節症例のそれに比して有意に高値であった

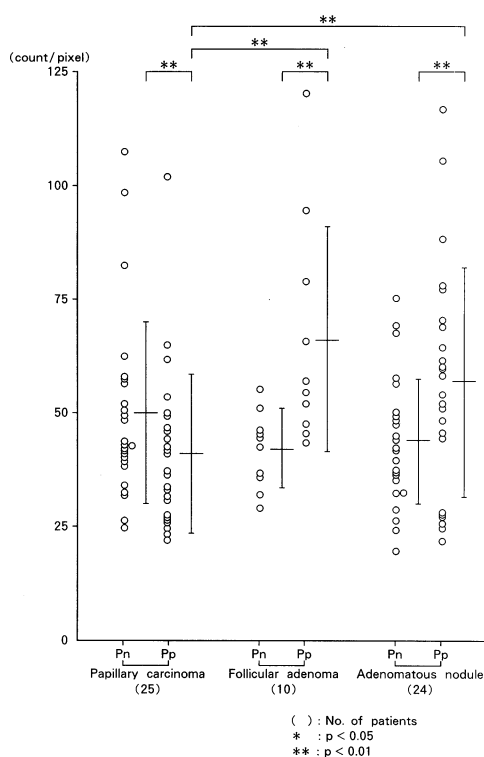


Fig. 3. Parameters of maximum accumulation ($t = 0$) in normal (Pn) and nodule (Pp) obtained from slow phase of 201-Tl Cl.

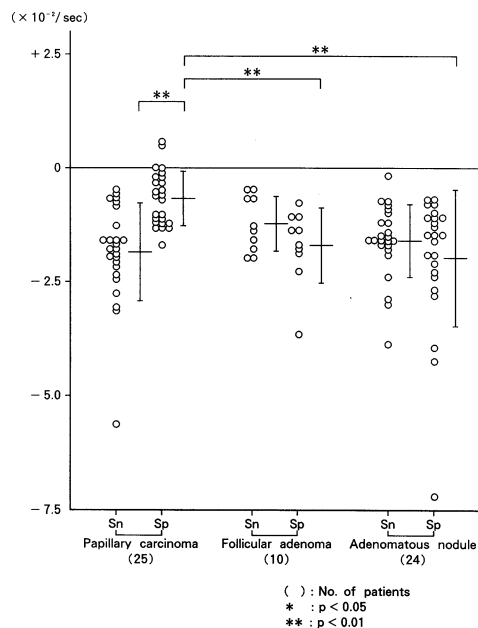


Fig. 4. Parameters of clearance rate in normal (Sn) and nodule (Sp) obtained from slow phase of 201-Tl Cl.

($P < 0.05$) (Fig. 6). 一方、結節部におけるS値(Sp)の平均は、それぞれ 1.80 ± 3.20 , 0.30 ± 3.80 , 0.60 ± 4.70 で、疾患群間に有意差は認められなかった. また、各疾患群ともにSp値はSn値に比して有意に低値であった(それぞれ $P < 0.01$, $P < 0.05$, $P < 0.01$) (Fig. 6).

考 察

現在、核医学的検査は、各種臓器の画像診断や機能検査などに広く用いられている. 甲状腺シンチグラフィには、 ^{131}I sodiumが最初に使われたが、放射性ヨードを用いた甲状腺シンチグラフィは、検査前に厳密なヨード制限が要求され、また検査が終了するまでには数時間以上を要するという欠点が知られており、そのため $^{99\text{m}}\text{Tc}$ を用いた甲状腺シンチグラフィが主流となった. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の甲状腺組織への集積機序は、甲状腺濾胞細胞によるtrappingといわれている.

一方、心筋スキャン用に開発された ^{201}Tl Clは腫瘍親和性を有することが報告されて以来、^{1)~4)} 甲状腺腫瘍の質的診断にも応用されている. ^{201}Tl Clは、生体内でカリウムイオンと同様な動きを示し、その集積に関しては Na^+ , K^+ -ATPaseに依存するといわれている.¹⁷⁾ また、甲状腺の組織血流量も集積に影響していると推測されている.^{17)~19)} ^{201}Tl Clは癌組織のみならず正常甲状腺組織や良性結節にも集積するため、結節の良・悪性の鑑別に苦慮する症例に遭遇することがある、^{8), 12), 13)} 従来より、甲状腺癌を描出するために、 ^{201}Tl Clのdelayed scanが試みられているが、^{10), 14), 17), 21)} いずれの報告も検査終了までに数時間を要し、患者への負担も少なからず認められる. われわれは、従来から ^{201}Tl Clと $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の2つの放射性医薬品を用いたsubtraction scintigraphy法を応用して、甲状腺結節の鑑別診断の可能性を検討している.¹⁵⁾ このsubtraction scintigraphyは、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ と ^{201}Tl Clという異なる化学的性質をもつ2つの放射性医薬品で得られるデータをコンピュータで

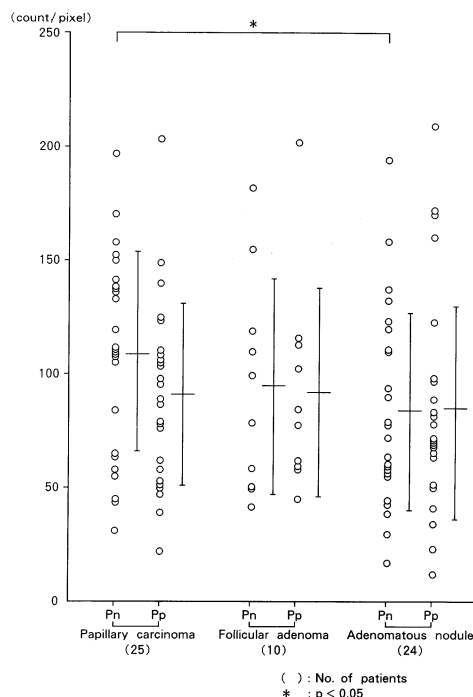


Fig. 5. Parameters of maximum accumulation ($t = 0$) in normal (Pn) and nodule (Pp) obtained from slow phase of $^{99\text{m}}\text{Tc}$.

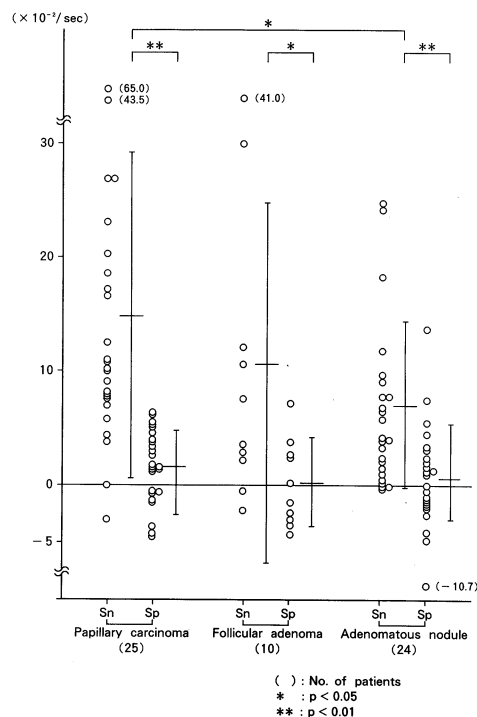


Fig. 6. Parameters of accumulation rate in normal (Sn) and nodule (Sp) obtained from slow phase of $^{99\text{m}}\text{Tc}$.

解析するものであり、特に 201-Tl Cl の腫瘍集積性を詳細に把握するのに優れている。本研究では、甲状腺結節の鑑別診断能の向上を目的にこの 2 つの放射性医薬品の甲状腺疾患への集積性の違いを利用して、両放射性医薬品の正常甲状腺および結節性病変への集積動態を時間・放射能曲線を用いて検討し、客観的で効率のよい検査法の開発を試みた。

正常甲状腺組織および結節部における 201-Tl Cl の時間・放射能曲線は、201-Tl Cl の動注後早期にカウント数 (y) はピークに達し、その後は指数関数的に低下し、 $y = Ce^{-\lambda t}$ に近似した。なお C は $t=0$ の時に外挿された y 軸のカウント数で、組織の最大集積を意味する。 λ はカウント数の減少率、つまり組織から 201-Tl Cl が排泄されていくクリアランスを表す。また、緩徐相における時間・放射能曲線の P 値と S 値は、C 値および λ 値と同様に組織の最大集積とクリアランスを意味する。乳頭癌症例における Cp 値は、正常甲状腺部の Cn 値に比して有意に低値であった。一方、濾胞腺腫および腺腫様結節症例では Cp 値は Cn 値に比して有意に高値であった。また、これらの結果は緩徐相における P 値の成績と良好な一致を示した。これら 2 つのパラメータの成績より、201-Tl Cl の組織への初期集積に関しては、201-Tl Cl は乳頭癌組織にも集積はするが、その集積は正常甲状腺組織へのそれに比べて少ないのに対して、濾胞腺腫および腺腫様結節への集積は正常甲状腺組織へのそれよりも多く、乳頭癌とは明らかに異なるためと考えられた。 λ 値に関しては、正常甲状腺部と結節部および各疾患群間には有意差は認められなかった。これは、緩徐相における S 値の成績と一致しなかった。つまり、乳頭癌組織における Sp 値は、濾胞腺腫および腺腫様結節のそれに比べて有意に高値で、しかも正常甲状腺組織の Sn 値に比しても有意に高値であった。これらの成績は、ピーク後の急速相では各疾患群間には差がなく、乳頭癌からの 201-Tl Cl の緩徐相でのクリアランスが他の組織よりも遅いことを意味する。本研究の成績から、201-Tl Cl の乳頭癌組織への集積

は正常甲状腺や良性結節に比して低いが、クリアランスが遅いため腫瘍内に長く残存するのに対して、良性結節では集積は高いが、正常甲状腺と同じ程度のクリアランスで結節内から洗い出されることが示唆された。また、201-Tl Cl の集積およびクリアランスの機序に細胞の分化度が関与する可能性も考えられ、良性結節に比べて分化度の低い乳頭癌組織に 201-Tl Cl が長時間貯留したと考えられる。なお、沢ら^{10), 21)} は良・悪性の鑑別に 201-Tl Cl の delayed scan の有用性を強調しているが、上記の結果はそれを支持するものであった。

201-Tl Cl の時間・放射能曲線を用いた動態検査は他にもいくつか報告されているが、^{17), 22)~24)} いずれも検査終了まで数十分以上を要している。本研究で行った動態検査は、20分以内に終了できるために、患者への負担も軽い利点を持つ。

99m-Tc の正常甲状腺組織における時間・放射能曲線は、急速相とその後 480 sec まで続く緩やかなカウント数の増加を示した。これは、甲状腺組織による 99m-Tc の trapping を示しているものと考えられる。一方、結節部においては、急速相の後、緩徐相では一定の傾向を示さなかった。腺腫様結節症例では、Pn 値と Sn 値が他の結節群に比して低値の傾向であった。このことは、腺腫様結節は、たとえ肉眼的に結節形成を認めず一見正常と思われる部位でも顕微鏡的には病変が存在しているため、ROI を設定した正常甲状腺部の濾胞上皮細胞の trapping 能に変化が生じ、Pn 値や Sn 値に影響を与えた可能性も否定できない。

今回の検討では、対象とした結節性病変や正常甲状腺の厚みに対する補正や、結節の前後に存在する正常甲状腺組織の影響などに対する補正あるいはバックグラウンドに対する補正などは行われていない。しかし、甲状腺結節における 99m-Tc と 201-Tl Cl の時間・放射能曲線のパターンがある程度明らかとなり、この結果を応用すれば甲状腺結節の鑑別診断法の一助として利用できるものと期待される。

稿を終えるにあたり、終始御懇切なる御指導と御校閲を賜りました川崎医科大学外科甲状腺部門 原田種一教授に深甚なる謝意を捧げるとともに、直接御指導をいただきました川崎医科大学核医学科福永仁夫教授、同・

外科甲状腺部門 片桐 誠講師に深く感謝いたします。また研究に御協力いただきました同核医学診療部、超音波検査室および内分泌・甲状腺外科学教室各位に感謝いたします。

文 献

- 1) Cox, P. H., Belfer, A. J. and Van der Pompe, W. B. : Thallium-201 chloride uptake in tumors, A possible complication in heart scintigraphy. *Br. J. Radiol.* 49 : 767-768, 1976
- 2) 利波紀久, 道岸隆敏, 分校久志, 杉原政美, 二谷立介, 久田欣一 : ^{201}Tl -chloride による臨床腫瘍スキャンニング. *Radioisotopes* 25 : 829-831, 1976
- 3) Ito, Y., Muranaka, A., Harada, T., Matsudo, A., Yokobayashi, T. and Terashima, H. : Experimental study on tumor affinity of ^{201}Tl -Chloride. *Eur. J. Nucl. Med.* 3 : 81-86, 1978
- 4) Hudson, F. R., Dewey, D. L., Galpine, A. R. and Whittigham, A. G. : Tumor uptake of Thallium-201 Chloride. *Eur. J. Nucl. Med.* 4 : 283-284, 1979
- 5) 利波紀久, 分校久志, 杉原政美, 道岸隆敏, 多田 明, 二谷立介, 海野民雄, 久田欣一 : ^{201}Tl シンチグラフィによる甲状腺 cold nodule の診断. *Radioisotopes* 26 : 530-534, 1977
- 6) Tonami, N., Bunko, H., Michigishi, T., Kuwajima, A. and Hisada, K. : Clinical application of ^{201}Tl scintigraphy in patients with cold thyroid nodules. *Clin. Nucl. Med.* 3 : 217-221, 1978
- 7) Fukuchi, M., Tachibana, K., Kuwata, K., Nishikawa, A., Hyodo, K., Okamoto, E. and Nagai, K. : Thallium-201 imaging in thyroid carcinoma—Appearance of lymph-node metastasis. *J. Nucl. Med.* 19 : 195-196, 1978
- 8) Harada, T., Ito, Y., Shimaoka, K., Taniguchi, T., Matsudo, A. and Senoo, T. : Clinical evaluation of ^{201}Tl Thallium chloride scan for thyroid nodule. *Eur. J. Nucl. Med.* 5 : 125-130, 1980
- 9) 竹内 昭, 古賀佑彦, 岩田重信, 江崎俊夫, 鳥飼勝隆, 丸田守人, 鰐部春松, 笠原文雄, 佐野東谷 : ^{201}Tl -Chloride を用いた甲状腺シンチグラムについて. *Radioisotopes* 27 : 150-152, 1978
- 10) 原田種一, 谷口達吉, 松土昭彦, 高橋達雄, 大向良和, 妹尾亘明, 伊藤安彦, 村中 明, 大塚信昭 : ^{201}Tl スキャンによる結節性甲状腺腫の手術適応の決定. *外科* 41 : 815-820, 1979
- 11) 沢 久, 福田照男, 伊丹道真, 荒井六郎, 古川 隆, 原田 繁, 土橋宣昭, 深草駿一, 寛 弘毅, 高橋有二, 藤本吉秀, 太中 弘 : ^{201}Tl Cl による甲状腺癌鑑別の可能性—特に delayed scintigraphy による検討—. *核医学* 15 : 1223-1227, 1978
- 12) 千賀 脩, 宮川 信, 代田廣志, 岩浅武彦, 牧内正夫, 降旗力男, 矢野今朝人, 宮沢正則, 滝沢正臣 : ^{201}Tl -chloride シンチグラフィによる甲状腺腫瘍の診断的価値. *核医学* 16 : 849-856, 1979
- 13) 玉木長良, 石原 隆, 森 徹, 大城徳成, 森本義人, 伊藤秀臣, 尾藤早苗 : ^{201}Tl chloride による悪性甲状腺診断の有用性について. *核医学* 18 : 257-263, 1981
- 14) 杉本寿美子, 渡辺幸康, 川上憲司, 篠崎 登, 児玉東策, 勝山直文, 多田勝彦, 赤沢章嘉 : 甲状腺腫診断における ^{201}Tl Cl delayed scan の有用性—手術標本との対比について—. *臨床外科* 38 : 247-253, 1983
- 15) Katagiri, M., Harada, T., Fukunaga, M., Furukawa, J., Yamane, Y., Yasuda, K., Yanagimoto, S., Tomomitsu, T., Otsuka, N. and Morita, R. : New perspectives for diagnosis of nodular goiter by Technetium-Thallium subtraction scanning. *Clin. Nucl. Med.* 14 : 897-902, 1989
- 16) 甲状腺外科検討会 : 甲状腺癌取り扱い規約. 東京, 金原出版. 1991, pp. 17-52
- 17) 岸田敏博 : 甲状腺組織への ^{201}Tl の集積機序の解明— ^{201}Tl -chloride シンチグラフィの dynamic study による甲状腺腫瘍の質的診断の有用性—. *核医学* 24 : 991-1004, 1987

- 18) Lebowitz, E., Greene, M. W., Fairchild, R., Bradley-Moore, P. R., Atkins, H. L., Ansari, A. N., Richards, P. and Belgrave, E. : Thallium-201 for medical use. I. J. Nucl. Med. 16 : 151—155, 1974
- 19) Bradley-Moore, P. R., Lebowitz, E., Greene, M. W., Atkins, H. L. and Ansari, A. N. : Thallium-201 for medical use. II : Biologic behavior. J. Nucl. Med. 16 : 156—160, 1974
- 20) Misaki, T., Yagi, K., Dokoh, S., Koh, T. and Shimbo, S. : Limited value of delayed radio thallium image in the diagnosis of nodular goiter. Ann. Nucl. Med. 5 : 65—68, 1991
- 21) 沢 久, 越智宏暢, 岡村光英, 波多 信, 小橋肇子, 池田穂積, 福田照男, 小田淳郎, 井上祐一, 小野山靖人 : 甲状腺腫瘍のタリウムシンチグラフィ—Wash out からみた良・悪性の鑑別について—. 核医学 27 : 757—764, 1990
- 22) Tennvall, J., Palmer, J., Cederquist, E., Larsson, I., Björklund, A., Ingemansson, S. and Åkerman, M. : Scintigraphic evaluation and dynamic studies with Thallium-201 in thyroid lesion with suspected cancer. Eur. J. Nucl. Med. 6 : 295—300, 1981
- 23) Katagiri, M., Harada, T., Arita, S., Kawano, R., Yamane, Y., Yasuda, K., Tomomitsu, T., Yanagimoto, S., Otsuka, N., Fukunaga, M. and Morita, R. : The Thallium-201 time activity curve in thyroid cancer : A role for the detection of metastasis. Thyroidology 1 : 11—15, 1989
- 24) 油井信春, 戸川貴史, 小坪正木, 木下富士美, 秋山芳久, 嶋田文之 : 因子解析を用いたタリウムによる甲状腺検査での腫瘍分離描画の試み. 核医学 27 : 1385—1392, 1990